

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آوساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی



برآورد خطر زمینلرزه احتمالاتی استان کردستان

امجد مردوخی*^۱، محمدرضا قیطانچی^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، amjadmardookhi@ut.ac.ir

^۲ عضو هیأت علمی و استاد تمام مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، mghaitanchi@ut.ac.ir

چکیده

فلات ایران یک ناحیه پهناور فشارشی در طول کمربند فعال کوهزایی آلپ- هیمالیا است که در بین صفحه عربی در جنوب غرب و سپر پایدار اوراسیا در شمال شرق قرار گرفته است به طوری که فعالیت‌های نوزمینساختی و تأثیرات قطعات سنگ کره بر هم، زمینه لرزه‌خیزی به نسبت بالای ایران را فراهم می‌کند. منطقه مورد مطالعه در این تحقیق، استان کردستان در گستره جغرافیایی ۴۵-۴۸ درجه طول شرقی و ۳۴-۳۷ درجه عرض شمالی، به مرکزیت شهر سنندج می‌باشد که در ایالت لرزه‌زمین‌ساختی زاگرس قرار دارد. از آنجا که این ایالت یکی از لرزه-خیزترین ایالت‌های ایران است، لذا لازم دانسته شد در این گستره مطالعاتی صورت گیرد. در این تحقیق از روش احتمالاتی جهت تحلیل خطر لرزه‌ای استفاده شده است. ابتدا داده‌های زلزله از دوره ماقبل دستگاهی تا به الان از سایت رسمی ISC و از مؤسسه ژئوفیزیک گرفته شد. پس از اطمینان از کامل بودن کاتالوگ زمین‌لرزه‌ها نقشه پراکندگی زمین‌لرزه‌ها و گسل‌های منطقه توسط برنامه سیستم اطلاعات جغرافیایی (ARC-GIS) تهیه گردید. سپس با استفاده از برنامه Zmap داده‌ها پردازش شده و پارامترهای هر چشمه زمین‌لرزه‌ای (a value و b value) منطقه محاسبه شد. پارامترهای به‌دست آمده ورودی برنامه crisis قرار گرفت. نهایتاً نتایج تحلیل خطر برای سایت مورد نظر (سنندج به طول جغرافیایی ۴۶.۹۹ و عرض جغرافیایی ۳۵.۳۱) برای دوره بازگشت ۵۰ (عمر مفید سازه، احتمال ۰.۶۰) و ۴۷۵ (احتمال ۰.۱۰) و ۲۴۷۵ (احتمال ۰.۰۲) سال و دوره تناوب‌های ۰/۳، ۰/۱۵ و ۰/۰۵ با استفاده از این برنامه بدست آمد.

کلید واژه‌ها: استان کردستان، زمین‌لرزه، بانک داده‌ها، لرزه‌خیزی، تحلیل خطر احتمالاتی

مقدمه

ایران یکی از لرزه‌خیزترین کشورهای جهان است. در طول سالهای اخیر هزاران نفر در اثر فعالیت لرزه‌ای زمین جان خود را از دست داده‌اند. زاگرس فعال‌ترین ایالت لرزه زمین‌ساختی ایران است و استان کردستان در این ایالت قرار دارد (میرزایی و همکاران، ۱۹۹۷)، لذا بررسی فعالیت و برآورد خطر زمین‌لرزه در این ناحیه مورد توجه است.

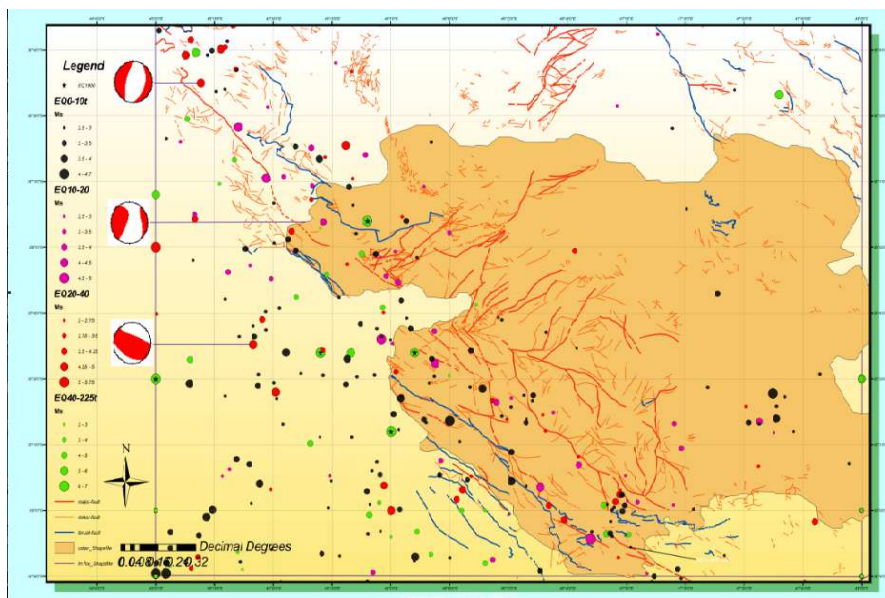


برآورد خطر زمین‌لرزه تخمینی از اندازه‌گیری جنبش نیرومند زمین است که انتظار می‌رود در یک نقطه خاص رخ دهد. بررسی مقاومت و ایمن‌سازی سازه‌ها از جمله تأسیسات هسته‌ای، نیروگاه‌ها و سازه‌های عمرانی، ضروری است. چندین روش برای برآورد خطر لرزه‌ای وجود دارد. در روش احتمالاتی (probabilistic)، جمع احتمالات رخداد یک سطح خاص از پارامتر جنبش نیرومند زمین در محدوده اطراف نقطه مورد مطالعه در طی دوره زمانی مورد نظر می‌باشد (کورنال، ۱۹۶۸). در روش قطعی (deterministic) به هر چشمه بزرگترین زلزله مورد انتظار را نسبت داده می‌شود و با این فرض که این زلزله‌ای با این بزرگی در نزدیکترین محل به سایت (محل احداث سازه) رخ می‌دهد، با استفاده از روابط کاهندگی جنبش نیرومند زمین برآورد می‌شود (گوپتا، ۲۰۰۲). روش تجربی-آماري (empirical-statistical) ساده‌ترین روش ارزیابی خطر زمین‌لرزه است که بیشتر تأکید بر آمار زمین‌لرزه‌هاست (میرزایی و همکاران، ۱۳۸۹). در روش منطق فازی که مدلی است استنتاجی، کل مدل بر پایه قوانین بسیار ساده به صورت "اگر، آنگاه" استوار است که می‌تواند پارامترهای زیادی را در بر گیرد. در این تحقیق از روش احتمالاتی جهت برآورد خطر زمین‌لرزه استفاده شده است.

گستره مورد مطالعه و بانک داده‌ها

استان کردستان از نظر جغرافیایی منطقه‌ای محصور بین ۳۴.۴۴ تا ۳۶.۳۰ عرض شمالی و ۴۵.۳۱ تا ۴۸.۱۶ طول شرقی قرار گرفته است. جهت لحاظ کردن خطر چشمه‌های نزدیک، محدوده فراتر از مرزهای استان انتخاب شده است. بیشتر گستره استان از دیدگاه زمین‌شناسی در درون زون ایران مرکزی و زون سنندج-سیرجان قرار دارد و تنها بخش‌های کوچکی از این گستره در جنوب و در زون رانده شده زاگرس واقع می‌شود (نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور). اما به نظر می‌رسد که بخش‌های شمال‌غربی استان، یعنی محدوده‌ای که از مریوان به سوی بانه ادامه پیدا می‌کند، علی‌رغم تشابه ویژگی‌های موجود به زون سنندج - سیرجان از نظر ساختمانی و با توجه به موقعیت آنها که از جنوب‌غربی بخش تداوم یافته ابر گسل زاگرس (در عراق) قرار می‌گیرند، بیشتر با زون رانده شده زاگرس در ارتباط می‌باشند (سازمان برنامه و بودجه گروه مطالعات هامون - زمین‌شناسی). قرارگیری استان در دو زون فوق سبب افزایش پتانسیل لرزه خیزی منطقه شده است. کامل بودن کاتالوگ زمین‌لرزه‌ها در تحقیقات لرزه خیزی و برآورد خطر زمین‌لرزه در درجه اول اهمیت قرار دارد، زیرا تحلیل‌ها بر اساس اطلاعات ناقص منجر به نتایج قابل قبول نخواهد شد (ور-جوونز، ۱۹۹۲). در این تحقیق زون بندی بر اساس تجمع مکانی رخ داده‌ها همراه با نزدیکترین گسل عامل و همچنین بیشترین انطباق این زون‌ها با زون بندی توسط میرزایی (۱۹۹۸) انجام شده است. داده‌هایی که در این تحقیق استفاده شده شامل رخ داده‌های تاریخی (آمبرسیز و ملویل، ۱۹۸۲) و داده‌های دستگاهی در پنجره زمانی ۱۹۹۶-۱۹۰۰ (داده‌های ISC) و در پنجره زمانی ۲۰۱۱-۱۹۹۶ (داده‌های موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران) می‌باشد. بنابراین با استفاده از این داده‌ها نقشه لرزه‌زمین‌ساختی منطقه تهیه شده، و در شکل ۱ نشان داده شده است.

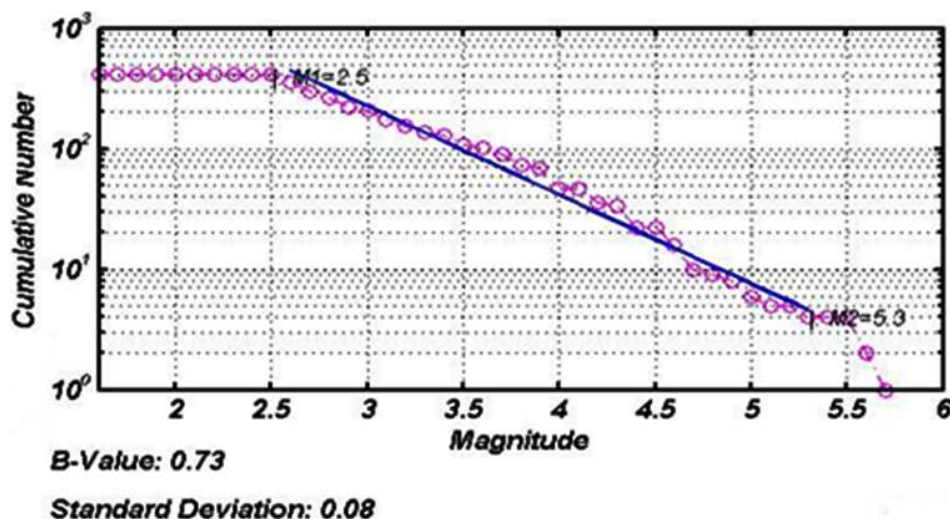
شکل (۱): لرزه‌خیزی گستره مورد مطالعه



روش کار:

در این تحقیق ابتدا کاتالوگ زمینلرزه‌ها را آماده کرده و از کامل بودن آن اطمینان حاصل کردیم. کاتالوگ زمین-لرزه‌ها اغلب غیر پواسونی هستند زیرا ترکیبی از دو جامعه پس‌لرزه‌های و پیش‌لرزه‌های غیرپواسونی و رخداد‌های اصلی پواسونی می‌باشد (گاردنر و نوپوف ۱۹۷۴). پس با استفاده از برنامه (zmap) لرزه‌ها و پیش‌لرزه‌ها را با استفاده از الگوی روزنبرگ حذف کرده و مقادیر (a value) و (b value) را برای هر زون جهت استفاده در برنامه (crisis) آماده کردیم. همچنین طیف یکنواخت و منحنی خطر را جهت مقایسه نتایج توسط برنامه متلب بدست آورده‌ایم. رابطه کنترل کننده صحت پارامترهای a و b رابطه گوتنبرگ-ریشتر می‌باشد، که برای هر زون بررسی شده و نمودار خطی $\log N_C$ برحسب M بطور قابل قبول بدست آمده و در شکل ۲ نمایش داده شده است. در نهایت نقشه خطر برای دوره بازگشت های ۲۴۷۵ ، ۴۵۷ ، ۵۰ سال و دوره تناوب های ۰/۳ ، ۰/۱۵ و ۰/۰۰۵ تهیه شده، که در اینجا فقط برای دوره بازگشت ۵۰ سال و دوره تناوب ۰/۱۵ ثانیه نقشه نشان داده شده است.

شکل ۲: a value, b value محاسبه شده با برازش خطی با zmap

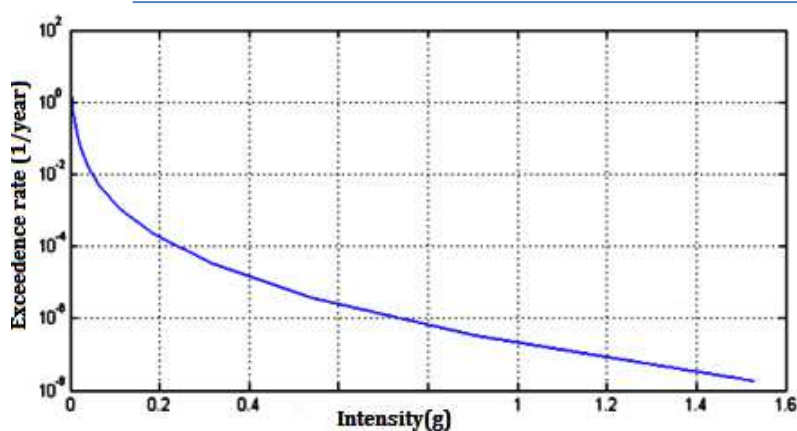


باتوجه به a, b بدست آمده از بالا و داشتن بزرگی های مختلف با اختلاف ۰/۵ از رابطه زیر موسوم به رابطه گوتنبرگ- ریشتر برای احتمال وقوع زمین لرزه استفاده شد.

$$\text{Log } p = a - b * M_s$$

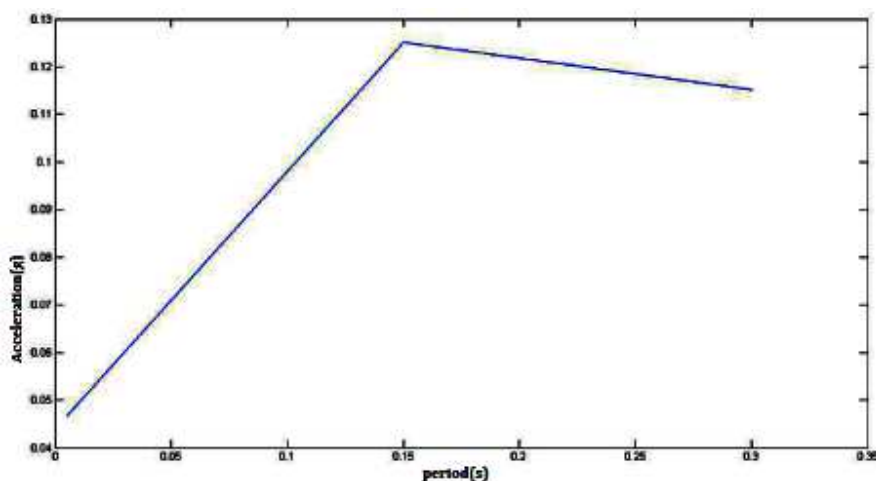
رابطه بین سطوح جنبش زمین و احتمال فزونی سالیانه را منحنی خطر می نامند. شکل ۳ منحنی خطر محاسبه شده توسط برنامه متلب برای سایت را نمایش می دهد. لازم به ذکر است که برنامه crisis نمودار را برحسب واحد گال و در منحنی خطر نمودار Log-Log را ارائه می دهد، که این نمودار توسط برنامه متلب رسم شده، بطوریکه ابتدا Log محور شتاب برداشته شده سپس واحد گال به شتاب واحد زمین (g) تبدیل شد.

شکل ۳: منحنی خطر برای سایت مورد نظر، خروجی متلب.



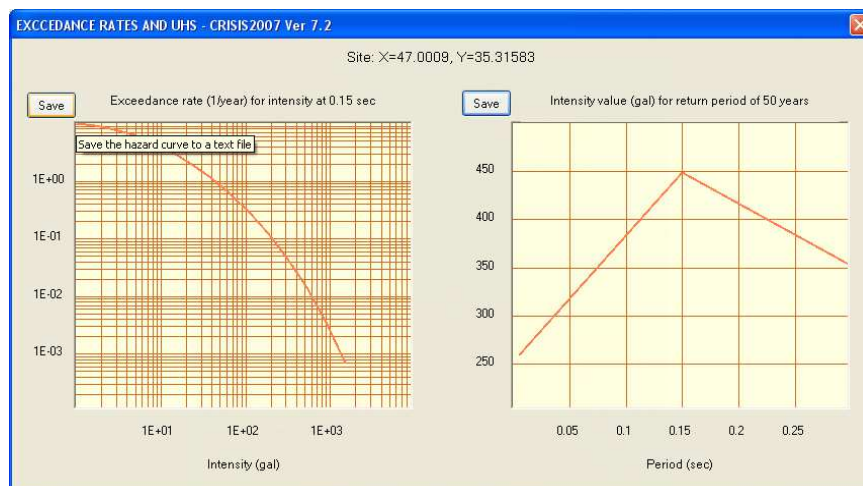
یکی از ضروریترین نتایج تحلیل خطر زمین لرزه ارائه طیف یکنواخت می باشد، به این معنی که خطر لرزه‌ای در هر فرکانسی بطور جداگانه و مستقل ارزیابی شود. نمودار طیف یکنواخت خطر زمین لرزه را در سایت برای دوره بازگشت ۵۰ سال در شکل ۴ توسط برنامه متلب و در شکل ۵ توسط برنامه Crisis نمایش داده شده است، بطوریکه می توان با هم مقایسه کرد.

شکل ۴: طیف یکنواخت برای سایت مورد نظر، خروجی نرم افزار متلب

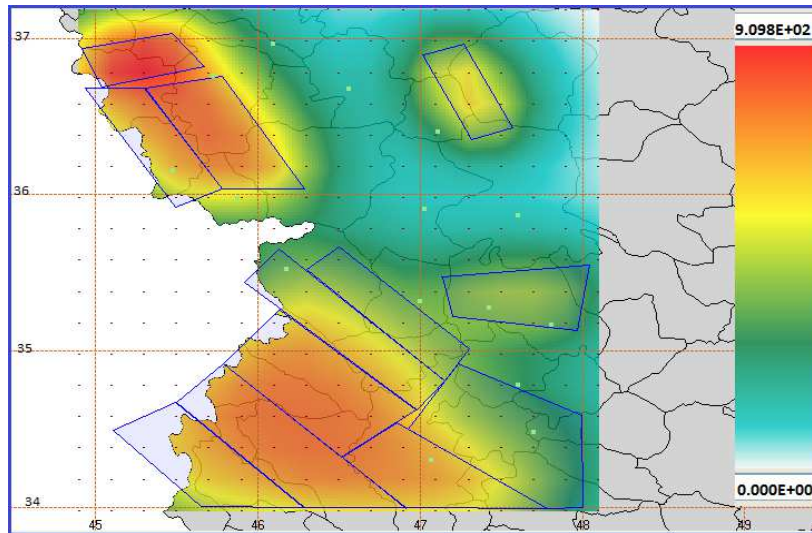


نتایج تحلیل خطر توسط برنامه Crisis در شکل ۵ و ۶ نشان داده شده است.

شکل ۵: طیف یکنواخت و منحنی خطر برای دوره بازگشت ۵۰ سال خروجی برنامه crisis



شکل ۶. نتایج تحلیل خطر برای دوره تناوب ۰/۳ دوره بازگشت ۵۰ سال



نتیجه گیری:

با توجه مطالعات انجام شده بر روی منطقه و نقشه‌های لرزه‌خیزی و زمینشناسی منطقه و شواهد تاریخی زلزله‌ها، منطقه بویژه در محدوده شمال غربی استان، جایی که به گسل پیرانشهر نزدیک است و همچنین محدوده جنوب استان (کامیاران) که گسل فعال مروارید در نزدیکی آن واقع است، لرزه خیز می‌باشد (نقشه تحلیل خطر). از آنجا که تراست جوان زاگرس از محدوده جنوب و غرب استان می‌گذرد، انتظار می‌رود که در آینده مهمترین زمین لرزه‌ها در ارتباط با این پهنه گسلی صورت گیرد. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق و پژوهش زارع و همکاران، کردستان از نظر درجه‌بندی لرزه‌خیزی به دو محدوده شرقی و غربی قابل تقسیم است. محدوده غربی شامل شهرستان‌های کامیاران، سنندج، مریوان و بانه می‌باشد. که در پهنه خطر بالا قرار می‌گیرند. و محدوده شرقی شامل شهرستان‌های قروه، بیجار، دیواندره و سقز می‌باشد که در پهنه با خطر متوسط قرار دارند. در مجموع منطقه در پهنه‌ای با خطر متوسط به پایین قرار دارد (زارع و همکاران ۱۳۷۶ ه. ش).

منابع فارسی:

- (۱) . آمبرسیزن، ن. و مولویل، چ. ب. (۱۹۸۲): تاریخ زمین لرزه های ایران، (۱۳۷۰) موسسه انتشارات آگاه تهران
- (۲) . میرزایی، ن.، ۱۳۸۱: پارامترهای مبنایی زمین لرزه های ایران، موسسه ژئوفیزیک نشر دانش نگار



- ۳) . زارع، مهدی و دیگران بررسی مقدماتی لرزه زمین ساخت و تاریخچه لرزه خیزی در کردستان
- ۴) . نقشه زمین شناسی ۲۵۰۰۰۰: سازمان زمین شناسی کشور
- ۵) . میرزایی، ن. کاظمیان، ج. کرکوتی، ا. شعبانی، ا. راهنمای نرم افزار (Seisrisk3⁺) ۱۳۸۹

References:

- 1) - Berberian, M.(1981): Active Faulting Tectonics of Iran, Geol. Sur. of Iran. Rep. No.52.
- 2) - Mirzaei, N, Gao, M., Chen, Y. and Wang, J., A uniform catalog of earthquakes for seismic hazard assessment in Iran, Acta Seismol. Sinica., 10, 713-726, 1997a.
- 3) - Cornell, C. A., Engineering Seismic Risk Analysis, Bull. Seism. Soc. Am., Vol. 58, No. 5, pp. 1583-1606, 1968.
- 4) Gupta, I. D., The state of art in seismic hazard analysis, ISET , 428, 39, 4, 311-346, 2002.
- 5) -Ver-Jones, D.,1992. Statistical methods for the description and display of earthquake catalogs. In: Walden, A. and Guhorp, P. (eds.), Statistics in the Environmental and Earth Sciences , pp. 220~246
- 6) - Gardner, J. and Knopoff, L. (1974). Is the sequence of earthquakes in Southern California, with aftershock removed, poissonian?, Bull. Of the Seismological society of America, 64, 1363-1446
- 7) - Mirzaei, N., Mengtan, G., & Yuntai, C,(1998). Seismic Source Regionalization for Seismic Zoning of Iran: Major Seismotectonic Provinces, Journal of Earthquake Prediction Research ,7, 465-495
- 8) - International Seismological Center catalog, UK, available online at: <http://www.isc.ac.uk>.

SID



سرویس های
ویژه



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



عضویت در
خبرنامه



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آوساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی